

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-252164

(43)Date of publication of application : 22.09.1997

(51)Int.Cl.

H01S 3/18
G02B 6/42
H01S 3/043
H01S 3/096
H01S 3/103

(21)Application number : 08-059463

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 15.03.1996

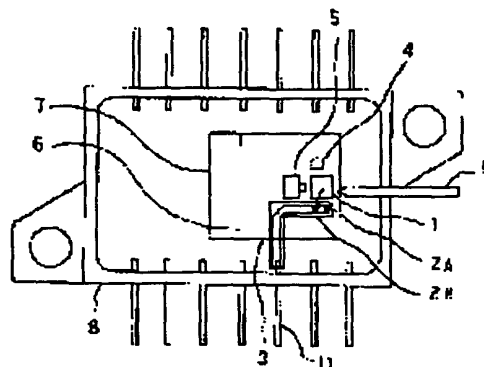
(72)Inventor : ONODERA TAKAYUKI
YAMASHITA JUNICHIRO
KANEKO SHINICHI

(54) LASER DIODE MODULE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately convert an electric signal to an optical signal by providing a laser diode having a field absorption type optical modulator connected in parallel to a resistor to couple an output light to an optical fiber.

SOLUTION: In a laser diode module, a field absorption type optical modulator 1 is connected in parallel to a first resistor 2A, a second resistor 2B is connected in series to this modulator 1 and first resistor 2A and also connected to a signal pin 11 through a microstrip line 3. With the increase of the frequency the impedance of the optical modulator 1 lowers, but the input impedance is held stably up to a higher frequency since the impedance of the second resistor 2b is independent of the frequency. Thus, the reflection to the electric signal is suppressed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

18.08.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application converted
to registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-252164

(43) 公開日 平成9年(1997)9月22日

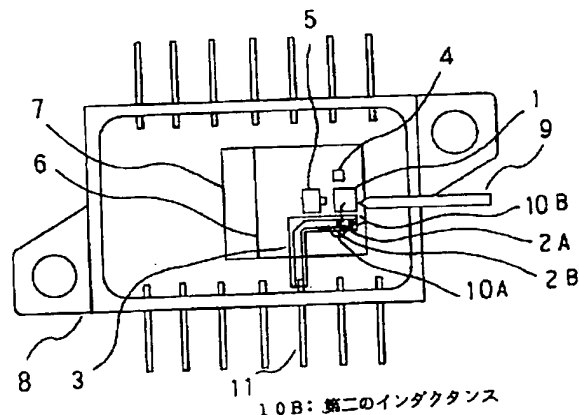
(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 S	3/18		H 0 1 S	3/18
G 0 2 B	6/42		G 0 2 B	6/42
H 0 1 S	3/043		H 0 1 S	3/096
	3/096			3/103
	3/103			3/04
				S
審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 10 頁)				
(21) 出願番号	特願平8-59463		(71) 出願人	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
(22) 出願日	平成8年(1996)3月15日		(72) 発明者	小野寺 高行 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三 菱電機株式会社内
			(72) 発明者	山下 純一郎 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三 菱電機株式会社内
			(72) 発明者	金子 進一 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三 菱電機株式会社内
			(74) 代理人	弁理士 宮田 金雄 (外3名)

(54) 【発明の名称】 レーザダイオードモジュール

(57) 【要約】

【課題】 交流出力源からの電気信号をより正確に光に変換するレーザダイオードモジュールを得る。

【解決手段】 電気の信号入力端子を持つ気密パッケージ内において、気密パッケージ8の信号ピン11に接続されたマイクロストリップライン3と、一端が上記マイクロストリップライン3に接続し他端が第一の抵抗2Aに接続された第二の抵抗2Bと、前記第一の抵抗2Aの他端が第二のインダクタンス10Bを介し気密パッケージ8のグラウンドと接続されており、また、第二の抵抗2Bに並列に接続された第一のインダクタンス10Aと、前記第一の抵抗2Aに並列に接続された電界吸収形光変調器付レーザダイオード1と、前記電界吸収型光変調器付レーザダイオード1の出力光を光ファイバ9へ結合させるための光学系とを備えたことを特徴とするレーザダイオードモジュール。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 気密パッケージの信号ピンに接続されたマイクロストリップラインと、一端が上記マイクロストリップラインに接続し他端が第一の抵抗に接続された第二の抵抗と、前記第一の抵抗の他端が気密パッケージのグランドと接続されており、また、前記第一の抵抗に並列に接続された電界吸収型光変調器付レーザダイオードと、前記電界吸収型光変調器付レーザダイオードの出力光を光ファイバへ結合させるための光学系とを備えたことを特徴とするレーザダイオードモジュール。

【請求項2】 気密パッケージの信号ピンに接続されたマイクロストリップラインと、一端が上記マイクロストリップラインに接続され、他端が気密パッケージのグランドに接続された第一の抵抗と、電界吸収型光変調器付レーザダイオードと第二の抵抗とが直列に接続されて構成され、前記第一の抵抗に並列に接続された回路と、前記電界吸収型光変調器付レーザダイオードの出力光を光ファイバへ結合させるための光学系とを備えたことを特徴とするレーザダイオードモジュール。

【請求項3】 第二の抵抗と並列にインダクタンスが接続された回路を有することを特徴とする請求項1記載のレーザダイオードモジュール。

【請求項4】 第二の抵抗と並列に第一のインダクタンスが接続され、第一の抵抗と気密パッケージのグランドとが第二のインダクタンスを介し接続された回路を有することを特徴とする請求項1記載のレーザダイオードモジュール。

【請求項5】 電界吸収型光変調器に直列に接続されている第二の抵抗の抵抗値が 25Ω 以上で 96Ω 以下の抵抗で実装されたことを特徴とする請求項1記載のレーザダイオードモジュール。

【請求項6】 第二の抵抗の抵抗値が 30Ω 以上の抵抗で実装されたことを特徴とする請求項2記載のレーザダイオードモジュール。

【請求項7】 第二の抵抗の抵抗値を 25Ω 以上、インダクタンスの値を 0.5 nH 以上に設定したことを特徴とする請求項3記載のレーザダイオードモジュール。

【請求項8】 第一のインダクタンスの値を 0.5 nH 以上 2 nH 以下、第二のインダクタンスの値を 0.5 nH 以上 2 nH 以下、第二の抵抗の値を 25Ω 以上 55Ω 以下に設定したことを特徴とする請求項4記載のレーザダイオードモジュール。

【請求項9】 第一の抵抗と第二の抵抗の間隔を 7.5 mm 以下に設定したことを特徴とする請求項1、3、または4記載のレーザダイオードモジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、光ファイバ通信等において、電気信号を光信号に変換するレーザダイオードモジュールに関するものである。

【0002】

【従来の技術】図14は、例えばIEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, VOL. 2, NO. 12, 896, DECEMBER 1990に掲載されている従来の電界吸収型光変調器を用いたレーザダイオードモジュールの構成図である。1は電界吸収型光変調器付レーザダイオード（以降単に電界吸収型光変調器と示す）、2Aは抵抗、3はマイクロストリップライン、4はレーザダイオードモジュール内部の温度を検出するためのサーミスタ抵抗、5は電界吸収型光変調器の背面出力を受光するモニタ用フォトダイオード、6は電界吸収型光変調器1とモニタ用フォトダイオード等を載せておくチップキャリア、7はチップキャリア6上の温度を一定に保つための熱電素子、8は1～7までの部品を封入しておく気密パッケージ、9は電界吸収型光変調器1からの出力光を伝送するための光ファイバ、11はレーザダイオードモジュールに電気信号を給電するための信号ピンである。

【0003】簡単にするために、図15に従来の実施例の電気的等価回路を示す。従来のレーザダイオードモジュールの信号の給電は、レーザダイオードモジュールの信号ピン11と電界吸収型光変調器1とはマイクロストリップライン3を介して接続され、上記電界吸収型光変調器1には並列にレーザダイオードモジュールの入力インピーダンスを整合させるための抵抗2Aが接続されている。電界吸収型光変調器1は電気的な等価回路ではコンデンサで表されるため、低周波では十分にインピーダンスが高いので前記電界吸収型光変調器に並列に抵抗2Aを接続することによってレーザダイオードモジュールの入力インピーダンスは前記抵抗2Aの抵抗値 R_{2A} で表される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】電界吸収型光変調器1の電気的な等価回路はコンデンサで表わされるので、レーザダイオードモジュールを駆動する信号の周波数が高くなった場合、電界吸収型光変調器1のインピーダンスは周波数の増加に伴って小さくなる。電界吸収型光変調器1と抵抗2Aが並列に接続された電気回路を有したレーザダイオードモジュールでは、入力インピーダンスは第一の抵抗2Aの抵抗値 R_{2A} より小さくなり、交流出力源の出力インピーダンスとレーザダイオードモジュールの入力インピーダンスとに差が生じ、高周波の信号を伝送する場合電気信号の反射が生じる。このとき、入力された電気信号が正確に光信号に変換されず、出力される光信号に歪みが生じる。

【0005】図16に電気的反射特性 S_{11} のシミュレーションの結果を、図17に通過特性 S_{21} のシミュレーションの結果を示す。図16において、横軸は周波数（周波数領域 $0\sim 20\text{ GHz}$ ）、縦軸は反射減衰量を示している（一目盛 2 dB ）。 10 Gb/s の伝送を想定

した場合、周波数10GHzで反射減衰量は-10dB以上必要とされるが、このシミュレーションでは周波数10GHzにおいては-3dB程度しか得られていない。また、図17では横軸は周波数（周波数領域0~20GHz）、縦軸は応答を示している（一目盛3dB）。図17から、DCのレベルから応答が3dB劣化する遮断周波数はおよそ10GHzであることが読み取ることができる。このシミュレーションで得られた電気の反射減衰量では、10Gb/sの伝送を考えた場合、電気信号の反射によって伝送波形に歪み等が生じる可能性があるため、特に信号の受信系に受信感度等の劣化を招くなどの不具合を起こすことが考えられる。なお、このシミュレーションに用いたパラメータは、電界吸収型光変調器1の容量：0.7pF、第一の抵抗の抵抗値R2A：50Ω、出力インピーダンス：50Ωである。

【0006】従来のような入力インピーダンスの取り方では、上記のように高周波での電界吸収型光変調器1のインピーダンスの低下によって、レーザダイオードモジュールの入力インピーダンスの低下を招き、交流出力源の出力インピーダンスとの整合を取ることは困難であった。

【0007】この発明においては、高周波での電界吸収型光変調器1のインピーダンスの低下を補償するための抵抗またはインダクタンスからなる回路をレーザダイオードモジュール内部の電気の信号線路に取り付け、より高周波まで入力インピーダンスの値を安定に保たせることによって電気信号をより正確に光信号へ変換するための電気回路を提供することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】第1の発明に係わるレーザダイオードモジュールは電界吸収型光変調器1及びこれと並列に第一の抵抗2Aが接続された回路に、第二の抵抗2Bを直列に接続した回路構成のものである。

【0009】また、第2の発明に係わるレーザダイオードモジュールは電界吸収型光変調器1に直列に第二の抵抗2Cが接続された回路に、第一の抵抗2Aを並列に接続した回路構成のものである。

【0010】また、第3の発明に係わるレーザダイオードモジュールは電界吸収型光変調器1と第一の抵抗2Aが並列に接続された回路1と、第二の抵抗2Bと第二のインダクタンス10Bとが並列に接続された回路2とが、直列に接続された回路構成のものである。

【0011】また、第4の発明に係わるレーザダイオードモジュールは第一の抵抗2Aと第二のインダクタンス10Bとが直列に接続された回路に電界吸収型光変調器1を並列に接続した回路1と、第二の抵抗と第一のインダクタンス10Aとが並列に接続した回路2があり、上記回路11と上記回路12とが直列に接続した回路構成のものである。

【0012】また、第5の発明に係わるレーザダイオード

ドモジュールは第二の抵抗2Bの抵抗値R2Bを25Ω以上96Ω以下に設定したものである。

【0013】また、第6の発明に係わるレーザダイオードモジュールは第二の抵抗2Cの抵抗値R2Cを30Ω以上に設定したものである。

【0014】また、第7の発明に係わるレーザダイオードモジュールは第二の抵抗2Bの抵抗値R2Bを25Ω以上に、第一のインダクタンス10Aの値L10Aを0.5nH以上の値に設定したものである。

10 【0015】また、第8の発明に係わるレーザダイオードモジュールは第二の抵抗2Bの抵抗値R2Bを25Ω以上55Ω以下に、第一のインダクタンス10Aの値L10Aを0.5以上2nH以下に、第二のインダクタンス10Bの値L10Bを0.5から2nHの値に設定したものである。

【0016】また、第9の発明に係わるレーザダイオードモジュールは第一の抵抗2Aと第二の抵抗2Bの間隔を7.5mm以下にしたものである。

【0017】

20 【発明の実施の形態】

実施の形態1. 図1はこの発明の実施の形態1を示し、図2にその電気の等価回路を示す。レーザダイオードモジュール内で、1は電界吸収型光変調器、2A、2Bはそれぞれ第一の抵抗、第二の抵抗である。電界吸収型光変調器1は第一の抵抗2Aと並列に接続され、第二の抵抗2Bは電界吸収型光変調器1、第一の抵抗2Aと直列に接続されている。また、第二の抵抗2Bと気密パッケージの信号ピン1とはマイクロストリップライン3を介し接続されている。

30 【0018】電界吸収型光変調器1の電気的な等価回路ではコンデンサで表わされるため、電気信号の周波数の低い領域においてはインピーダンスは十分大きいので、レーザダイオードモジュールの入力インピーダンスの大きさZ1は、

【0019】

【数1】

$$Z1 = R2A + R2B$$

Z1：入力インピーダンス

R2A：抵抗2Aの抵抗値

R2B：抵抗2Bの抵抗値

40 【0020】と表される。なお、ここで第一の抵抗2Aの抵抗値はR2A、第二の抵抗2Bの抵抗値はR2Bとする。

【0021】この実施の形態の場合、R2Aを交流出力源の出力インピーダンスの値と等しく設定した場合、1GHz以下の低周波では、出力インピーダンスZ2と入力インピーダンスZ1との間にR2Bだけ差が生じるため、低周波から現在問題としている電気信号の反射が生じる。ただし、Z2とZ1の大きさの関係から、電気の反射の大きさは、次の式から求められる。

5

【0022】

【数2】

$$S_{11} = -20 \times \log \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

S₁₁: 反射特性Z₁: 入力インピーダンスZ₂: 出力インピーダンス

【0023】反射減衰量の大きさS₁₁が-10dB以上が問題のない大きさであるから、“数2”と“数1”から、次の“数3”に示すような条件のときには低周波で電気の反射の問題は起こらないことが容易に計算できる。その条件から外れる場合には、電気信号の反射によって電気信号が正確に光信号に変換されず、光信号の伝送波形に歪み等の悪影響が生じる。

【0024】

【数3】

$$0 \leq Z_1 \leq 1, 92 \times Z_2$$

Z₁: 入力インピーダンス

【0025】一方で、高周波においては、“数4”に示すような電界吸収型光変調器1のインピーダンスの低下という問題が生じる。

【0026】

【数4】

$$Z_{EA} = \frac{i}{-2\pi f C}$$

Z_{EA}: 電界吸収型光変調器のインピーダンス

f: 信号源の周波数

C: 電界吸収型光変調器の容量

i: 虚数

【0027】ここで、コンデンサの容量をC、周波数をf、電界吸収型光変調器1のインピーダンスZ_{EA}である。

【0028】“数4”からわかるように、周波数の上昇とともに電界吸収型光変調器1のインピーダンスは低下するので、1GHz以上の高周波の領域においては、このインピーダンスの低下は無視できなくなる。この低下を補償するために図1に示した回路を用いた場合のレーザダイオードモジュールの入力インピーダンスの値Z₁は以下のように表される。

【0029】

【数5】

6

$$Z_1 = R_{2B} + \frac{R_{2A} \times Z_{EA}}{R_{2A} + Z_{EA}}$$

Z₁: 入力インピーダンスR_{2A}: 第一の抵抗の抵抗値R_{2B}: 第二の抵抗の抵抗値Z_{EA}: 電界吸収型光変調器のインピーダンス

【0030】この式から明らかなように、周波数の上昇とともに電界吸収型光変調器1のインピーダンスが低下するが、第二の抵抗2Bのインピーダンスが周波数に依存しないため、第二の抵抗2Bを付加しない従来のインピーダンスの整合方法と比べレーザダイオードモジュールの入力インピーダンスはより高い周波数まで安定に保たれることがわかる。この場合、低周波において交流出力源の出力インピーダンスとレーザダイオードモジュールの入力インピーダンスの値に差が生じていることにより信号の給電系に反射が生じるが、例えば“数3”のような条件を満足できれば実用上問題無く使用できることは明かである。このように、従来の実施例よりもさらに高周波まで、より電氣的に低反射な回路が実現でき、このことによって、出力信号に歪みやノイズ等の悪影響を避けることができる。

【0031】実施の形態2. 図3にこの発明の実施の形態2を示し、図4にその電気の等価回路を示す。これは電界吸収型光変調器1に直列に第二の抵抗2Cを接続させ、これら電界吸収型光変調器1、第二の抵抗2Cに並列に第一の抵抗2Aを接続させた回路であり、気密パッケージ8の信号ピン11と第一の抵抗2Aとはマイクロストリップライン3で接続されている。

【0032】この回路では、低周波ではすでに述べたように電界吸収型光変調器1のインピーダンスが十分大きいので、第二の抵抗2Cを付加しても、LDモジュールの入力インピーダンスは抵抗2Aの大きさR_{2A}で表される。したがって、低周波では交流出力源の出力インピーダンスとレーザダイオードモジュールの入力インピーダンスの整合は十分にとることができる。

【0033】一方で高周波では、図4に示されるレーザダイオードモジュールの入力インピーダンスZ₁は以下の式で表される。

【0034】

【数6】

$$Z_1 = \frac{R_{2A} (R_{2B} + Z_{EA})}{R_{2A} + R_{2B} + Z_{EA}}$$

Z₁: 入力インピーダンスR_{2A}: 第一の抵抗の抵抗値R_{2B}: 第二の抵抗の抵抗値Z_{EA}: 電界吸収型光変調器のインピーダンス

【0035】電界吸収型光変調器1のインピーダンスは周波数の上昇とともに低下するが、第二の抵抗2Cを直

列に付加されている分だけ電界吸収型光変調器1のインピーダンスが高いこととなるので、結果として周波数が上昇しても電界吸収型光変調器1のインピーダンスの低下は緩やかになるように働く。従って、“数6”からも容易に計算できるように、高周波までレーザダイオードモジュールの入力インピーダンスを安定に保つことが可能となり、出力信号に歪みやノイズ等の悪影響を避けることができる。

【0036】実施の形態3. 図5はこの発明の実施の形態3を示し、図6にその電気の等価回路を示す。この回路においては、第二の抵抗2Bと並列にインダクタンス10Aを接続したものである。

【0037】低周波では、上記インダクタンス10Aのインピーダンスは十分小さいため、第二の抵抗2Bとインダクタンス10Aが並列に接続された回路のインピーダンスも十分小さい。また、上記電界吸収型光変調器1のインピーダンスは十分高いため、入力インピーダンスの値は第一の抵抗2Aの抵抗値R2Aで表される。R2Aの値を出力インピーダンスの値に設定すると交流出力源の出力インピーダンスとレーザダイオードモジュールの入力インピーダンスの値を等しく設定することで低周波においては問題のない反射量に抑えることができる。

【0038】一方、高周波領域においては、レーザダイオードモジュールの入力インピーダンスZ1は次の式で表される。

【0039】

【数7】

$$Z1 = \frac{i 2 \pi f L10A \times R2B}{i 2 \pi f L10A + R2B} + \frac{R2A \times ZEA}{R2A + ZEA}$$

Z1：入力インピーダンス
R2A：第一の抵抗の抵抗値
R2B：第二の抵抗の抵抗値
ZEA：電界吸収型光変調器のインピーダンス
L10A：インダクタンス10Aの大きさ
i：虚数
f：周波数

*【0040】ここで、L10Aはインダクタンス10Aの値である。この式から明らかなように、上記電界吸収型光変調器1のインピーダンスの低下を、インダクタンス10Aのインピーダンスが周波数の上昇とともに大きくなるため、第二の抵抗2Bとインダクタンス10Aによってインピーダンスの補償をできることが明らかである。このように、高周波における入力インピーダンスの値をより安定に保つことができ、電気信号の反射をより高周波まで低く抑えることができるため、このことが出力信号に歪みやノイズ等の悪影響を避けることができる。

【0041】実施の形態4. 図7はこの発明の実施の形態4を示し、図8にその電気の等価回路の実施例を示す。これは実施の形態3において第一の抵抗2Aに第二のインダクタンス10Bを直列に接続したものである。

【0042】1GHz以下の低周波では、第二の抵抗2Bと第一のインダクタンス10Aとが並列に接続された回路においては、第一のインダクタンス10Aのインピーダンスは十分小さいため、この部分でのインピーダンスは無視できる。また、第一の抵抗2Aに直列に接続された第二のインダクタンス10Bのインピーダンスの値も同様に十分小さい。従って、レーザダイオードモジュールの入力インピーダンスはR2Aによって表される。R2Aを信号源の出力インピーダンスの値に設定することで出力インピーダンスと入力インピーダンスとの整合はとることができる。

【0043】一方で、高周波においては、第一のインダクタンス10Aのインピーダンスは大きくなるため、第二の抵抗2Bと第一のインダクタンス10Aとが並列に接続された回路でのインピーダンスも大きくなるため、電界吸収型光変調器1のインピーダンスの低下を補償するように働く。このような回路を有したレーザダイオードモジュールの入力インピーダンスZ1の値は以下のように表される。

【0044】

【数8】

$$Z1 = \frac{i 2 \pi f L10A \times R2B}{i 2 \pi f L10A + R2B} + \frac{R2A + i 2 \pi f L10B \times ZEA}{R2A + i 2 \pi f L10B + ZEA}$$

L10B：インダクタンス10Bの大きさ
Z1：入力インピーダンス
R2A：第一の抵抗の抵抗値
R2B：第二の抵抗の抵抗値
ZEA：電界吸収型光変調器のインピーダンス
L10A：第一のインダクタンス10Aの大きさ
L10B：第二のインダクタンス10Bの大きさ
i：虚数
f：周波数

【0045】この式からも明らかなように、より高周波までレーザダイオードモジュールの入力インピーダンス

を安定に保ち、電気の反射を抑えることに有効であり、電氣的に低反射の回路を実現することによって出力信号

に歪みやノイズを避けられる共に、より高周波な信号を正確に出力することが可能であることがわかる。

【0046】実施の形態5。実施の形態1では、第二の抵抗2Bを付加されているため、低周波での交流出力源の出力インピーダンスの値Z2とレーザダイオードモジュールの入力インピーダンスの値Z1に差が生じる。レーザダイオードモジュールの通常の動作状態を10GHzとし、S11が問題とならない大きさを-10dBとする。“数1”、“数2”によって明かなように、出力インピーダンスZ2が通常よく用いられる50Ωである場合、低周波領域において問題のならない範囲は、第二の抵抗2Bの抵抗値R2Bが50Ωの1.92倍の96Ω以下である。

【0047】一方、高周波においては、電界吸収型光変調器1のインピーダンスの低下によって、レーザダイオードモジュールの入力インピーダンスは“数5”で示されるようになる。従って、周波数10GHzにおいて電気の反射減衰量-10dBを満足するためには、“数2”、“数5”から計算できるように、交流出力源の出力インピーダンス、第一の抵抗2Aの抵抗値R2Aがともに50Ωである場合、第二の抵抗2Bの抵抗値R2Bが25Ω以上であることが必要となる。

【0048】以上のように、周波数領域がDCから10GHzまでの間で、電気の入力信号の反射により出力信号に歪み等の悪影響をおよぼさないためには、第二の抵抗2Bの抵抗値R2Bが25Ω以上96Ω以下の範囲内に設定することが必要となる。反対にこの範囲外では、交流出力源とレーザダイオードモジュールとの間で生じる入力信号の多重反射等により、出力信号に歪みやノイズ等の問題が生じることとなる。

【0049】図9にS11のシミュレーションの結果を示す。縦軸は反射減衰量S11（一目盛2dB）、横軸は周波数（一目盛2GHz）である。このシミュレーション結果が示すようにDCから10GHzまで反射減衰量が-10dB以上あることがわかる。なお、このシミュレーションの各パラメータは、電界吸収型光変調器1の容量：0.7pF、第一の抵抗2Aの抵抗値R2A：50Ω、第二の抵抗2Bの抵抗値R2B：30Ω、出力インピーダンス：50Ωである。

【0050】実施の形態6。実施の形態2において、周波数領域がDCから10GHzの間で実使用上問題のない電気の反射減衰量-10dB以上を満足するためには、標準的に使用される出力インピーダンスが50Ω、第一の抵抗2Aの抵抗値R2Aが50Ωの場合、第二の抵抗2Cの抵抗値は“数2”、“数6”から容易に計算できるように30Ω以上が必要である。

【0051】図10にシミュレーションの結果を示す。縦軸は反射減衰量S11（一目盛2dB）、横軸は周波数（一目盛2GHz）である。このシミュレーション結果が示すようにDCから10GHzまで反射減衰量が-

10dB以上あることがわかる。電界吸収型光変調器の容量：0.7pF、第一の抵抗2Aの抵抗値R2A：50Ω、第二の抵抗2Cの抵抗値R2C：50Ω、出力インピーダンスZ1：50Ωである。

【0052】なお、第二の抵抗2Cの抵抗値R2Cを50Ω未満とした場合、高周波における電界吸収型光変調器のインピーダンスの低下によって電気の反射減衰量S11が小さくなるため、交流出力源とレーザダイオードモジュールの間で電気の信号の多重反射等によって出力信号に歪みやノイズ等の問題が生じることとなる。

【0053】実施の形態7。実施の形態3において、周波数領域DCから10GHzの間で電気の反射が実使用上問題とならない電気の反射減衰量-10dB以上に抑えるためには、交流出力源の出力インピーダンスが50Ω、抵抗2Aの抵抗値R2Aが50Ωの場合“数2”、“数7”から明かなように、第二の抵抗の値R2Bを20Ω以上、インダクタンス2Bの値L10Bは0.5nH以上であることが必要である。このように設定することによって、電気信号の多重反射等によって出力信号に歪みやノイズ等の問題が生じないことがわかる。

【0054】図11にシミュレーションの結果を示す。縦軸は反射減衰量S11（一目盛2dB）、横軸は周波数（一目盛2GHz）である。このシミュレーション結果が示すようにDCから10GHzまで反射減衰量が-10dB以上あることがわかる。電界吸収型光変調器の容量：0.7pF、第一の抵抗2Aの抵抗値R2A：50Ω、第二の抵抗2Bの抵抗値R2B：30Ω、インダクタンス10Aの値L10A：0.5nH、出力インピーダンス：50Ωである。

【0055】なお、第二の抵抗2Bの抵抗値R2Bを20Ω未満、インダクタンス10Aの値L10Aを0.5nH未満とした場合、高周波における電界吸収型光変調器のインピーダンスの低下によって電気の反射減衰量S11が、周波数10GHzにおいて-10dB以下を満足できなくなり、交流出力源とレーザダイオードモジュールとの間で生じる入力信号の多重反射等により、出力信号に歪みやノイズ等の問題が生じることとなる。

【0056】実施の形態8。実施の形態4において、周波数領域DCから10GHzの間で電気信号の反射が実使用上問題とならない電気の反射減衰量-10dB以上に抑えるためには、交流出力源の出力インピーダンスが50Ω、抵抗2Aの抵抗値R2Aが50Ωの場合“数2”、“数8”から明かなように、第二の抵抗の値R2Bを25Ω以上55Ω以下、第一のインダクタンス10Aの値L10Aを0.5nH以上2nH以下、第二のインダクタンス10Bの値L10Bは0.5nH以上2nH以下であることが必要である。このように設定することによって、電気の多重反射等によって出力信号に歪みやノイズ等の問題が生じないことがわかる。

10

20

30

40

50

【0057】また、この条件において、図12に電気の反射特性S11のシミュレーションの結果を、図13に通過特性S21のシミュレーションの結果を示す。図12の縦軸は反射減衰量S11（一目盛2dB）、横軸は周波数（一目盛2GHz）である。このシミュレーション結果が示すようにDCから10GHzまで反射減衰量が-10dB以上あることがわかる。また、図13は縦軸は応答（一目盛3dB）、横軸は周波数（一目盛2GHz）である。このシミュレーション結果が示すよう遮断周波数はおよそ10GHzである。このように、通過特性の劣化もほとんどないことがわかる。従って、通過特性、反射特性の両者を満足させることができる回路である。

【0058】なお、第二の抵抗2Bの抵抗値R2B、第二のインダクタンス10Bの値を上記の範囲より小さくした場合、電界吸収型光変調器1の高周波でのインピーダンスの低下を補償する働きが小さくなり、交流出力源とレーザダイオードモジュールとの間で信号の多重反射の問題が生じ、出力信号に歪みやノイズ等の問題が生じることとなる。反対に大きくした場合、第二の抵抗2

B、第二のインダクタンスのインピーダンスが大きくなりすぎるため、高周波での分圧の影響が強くなり、高周波での通過特性が悪くなり、高周波の十分な伝送が不可能となる。

【0059】第一のインダクタンス10Aの大きさを上記の設定範囲より大きくした場合、電界吸収型光変調器の容量と第一のインダクタンスによる共振がおき、出力信号に歪み等の問題が現われる。反対に第一のインダクタンス10Aの大きさが小さい場合、この第一のインダクタンス10Aによる第二の抵抗2B、第二のインダクタンス10Bによる高周波での分圧を補償の効果が小さいため、高周波での通過特性が悪化し、高周波の十分な伝送が不可能となる。

【0060】実施の形態9、実施の形態1、3、または4において、第一の抵抗2Aと第二の抵抗2Bとが直列に接続されることによって、この二つの抵抗の間において電気信号の多重反射がおこる。このことによって出力される光信号にこの多重反射の影響が現われ、出力信号に歪み等の悪影響を及ぼす。この多重反射の影響を防止するためには、この多重反射によって生じる電気の定在波の周波数をこのレーザダイオードモジュールの駆動する周波数より十分高く設定する必要がある。

【0061】このレーザダイオードモジュールは10GHzの伝送を考えているため、上記定在波の周波数をこの2倍の20GHz以上とする。光の速さをV、周波数をfとすると、波長λは以下の式で表される。

【0062】

【数9】

$$\lambda = V / f$$

λ : 定在波の波長

V : 光の速さ

f : 周波数

【0063】従って、20GHzの周波数に相当する波長は15mmである。抵抗間の多重反射によって生じる定在波の周波数を20GHz以上にするためには、この抵抗の間隔を7.5mm以下にする必要がある。

【0064】

10 【発明の効果】第1の発明によれば、従来実装されている回路に第二の抵抗を付加することによって、高周波における電界吸収型光変調器のインピーダンスの低下を補償することができる。このことによって、電気の入力信号に対する反射を抑制することが可能である。

【0065】第2の発明によれば、電界吸収型光変調器に直列に第二の抵抗を付加することによって、高周波における電界吸収型光変調器のインピーダンスの低下する度合を緩和させることができるため、電気の入力信号に対する反射を抑制することが可能である。

20 【0066】第3の発明によれば、第二の抵抗に並列にインダクタンスを取り付けることによって、低周波における第二の抵抗による分圧を防ぐ一方で、高周波における電界吸収型光変調器のインピーダンスの低下を補償し、電気の入力信号に対する反射を抑制することが可能である。

30 【0067】第4の発明によれば、第二の抵抗に並列に第一のインダクタンスを取り付け、また第一の抵抗に直列に第二のインダクタンスを取り付けることによって、低周波における第二の抵抗による分圧を防ぐ一方で、高周波における電界吸収型光変調器のインピーダンスの低下を補償し、また、遮断周波数も第一の抵抗に直列に第二のインダクタンスを付加したことによる低下も防ぐことが可能となる。

【0068】第5の発明によれば、第二の抵抗の値を25Ω以上96Ω以下にすることによって、電気の反射特性を実用上問題のない、周波数10GHzで10dB以下に抑えることが可能となる。

40 【0069】第6の発明によれば、第二の抵抗の値を30Ω以上にすることによって、電気の反射特性を実用上問題のない、周波数10GHzで10dB以下に抑えることが可能となる。

【0070】第7の発明によれば、インダクタンスの値を0.5nH以上にすることによって、電気の反射特性を実用上問題のない、周波数10GHzで10dB以下に抑えることが可能となる。

50 【0071】第8の発明によれば、第一のインダクタンスの値と第二のインダクタンスの値をともに0.5nH以上2nH以下に設定し、第二の抵抗の値を25Ω以上55Ω以下に設定することによって、遮断周波数を10GHz以上、電気の反射特性を10GHz以上で10dB

B以下に設定することができる。

【0072】第9の発明によれば、第一の抵抗と第二の抵抗の間隔を7.5mm以下に設定することによって、抵抗間の多重反射による電気の定在波の周波数を20GHz以上にすることができ、10GHzの伝送に対して、抵抗間の多重反射による影響を無視することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1のレーザダイオードの構成説明図である。

【図2】 この発明の実施の形態1の構成説明図の電気回路を示したものである。

【図3】 この発明の実施の形態2のレーザダイオードの構成説明図である。

【図4】 この発明の実施の形態2の構成説明図の電気回路を示したものである。

【図5】 この発明の実施の形態3のレーザダイオードの構成説明図である。

【図6】 この発明の実施の形態3の構成説明図の電気回路を示したものである。

【図7】 この発明の実施の形態4のレーザダイオードの構成説明図である。

【図8】 この発明の実施の形態4の電気回路を示した図である。

【図9】 この発明の実施の形態5の構成で得られた反射特性S11のシミュレーションの結果を示す図である。

【図10】 この発明の実施の形態6の構成で得られた*

* 反射特性S11のシミュレーションの結果を示す図である。

【図11】 この発明の実施の形態7の構成で得られた反射特性S11のシミュレーションの結果を示す図である。

【図12】 この発明の実施の形態8の構成で得られた反射特性S11のシミュレーションの結果を示す図である。

【図13】 この発明の実施の形態8の構成で得られた通過特性S21のシミュレーションの結果を示す図である。

【図14】 従来のレーザダイオードの構成説明図である。

【図15】 従来例の電界吸収型光変調器の駆動する電気の等価回路を示したものである。

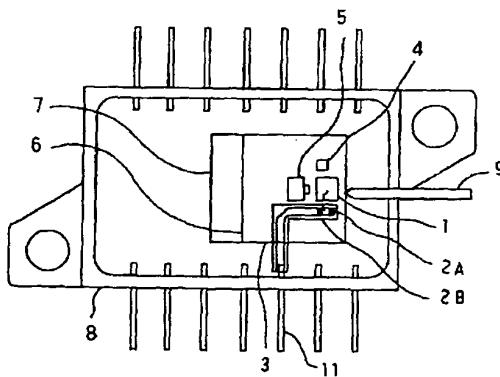
【図16】 従来例のレーザダイオードモジュールの反射特性S11の結果を示す図である。

【図17】 従来例のレーザダイオードモジュールの通過特性S21の結果を示す図である。

20 【符号の説明】

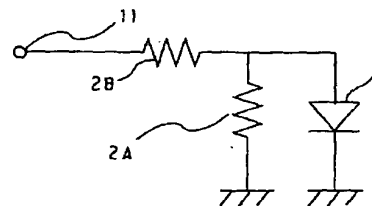
1 電界吸収型光変調器付素子、2A 第一の抵抗、2B 第二の抵抗、2C 第二の抵抗、3 マイクロストリップライン、4 サーミスタ抵抗、5 モニタ用フォトダイオード、6 チップキャリア、7 熱電素子、8 気密パッケージ、9 光ファイバ、10A 第一のインダクタンス、10B 第二のインダクタンス、11 信号ピン。

【図1】

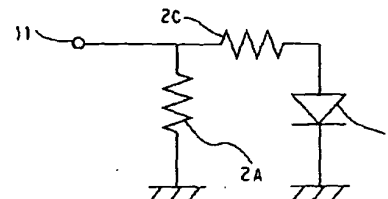


2B: 第二の抵抗

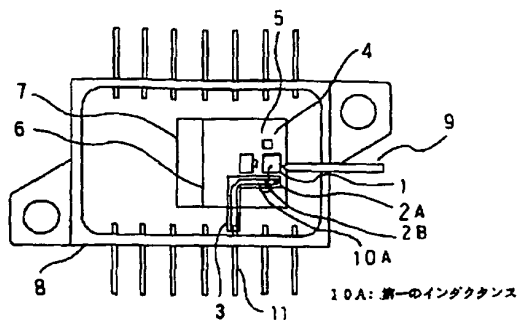
【図2】



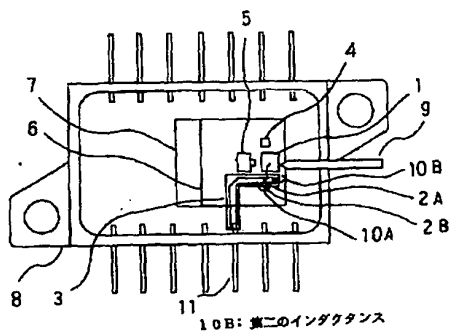
【図4】



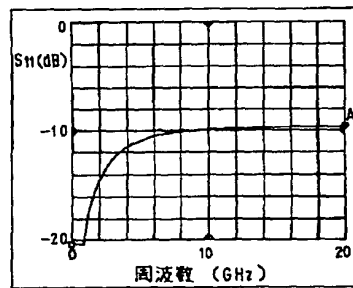
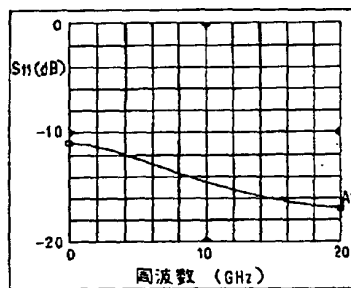
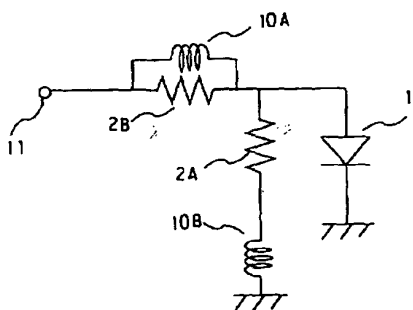
【圖5】



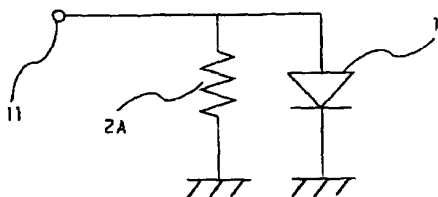
【圖 7】



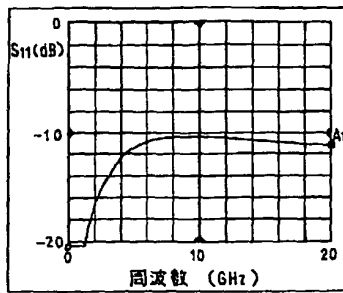
【圖 9】



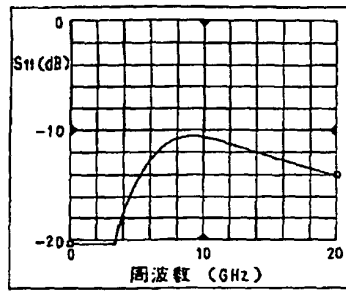
【图 15】



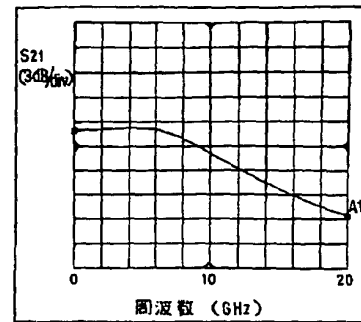
【図11】



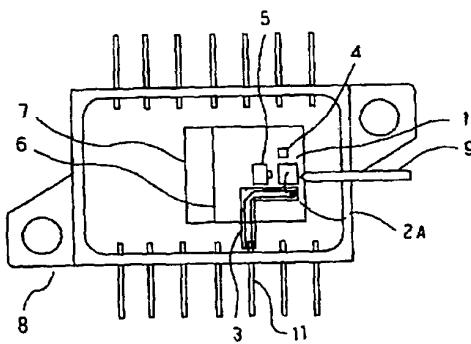
【図12】



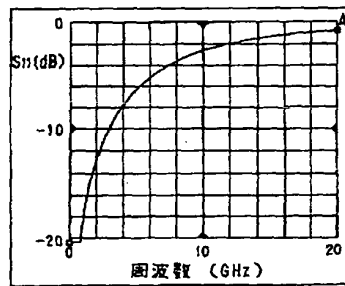
【図13】



【図14】



【図16】



【図17】

